

## ЭЛЕКТРОИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ДВУХФАЗНЫХ ОБМЕННЫХ СИСТЕМАХ

Орехов Д.В., Дорофеева Л.И.

Научный руководитель: Дорофеева Л.И., к.ф.-м.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [sisabol@yandex.ru](mailto:sisabol@yandex.ru)

Ионообменное разделение изотопных и ионных смесей используется в процессах очистки и селективного извлечения ценных компонентов раствора, получения моноизотопной продукции и актуально для многих отраслей промышленности. Нами рассмотрены особенности применения данных процессов для обменных систем с электрорегенерацией использованного на стадиях сорбции ионообменного материала. Изучение процесса электромассопереноса при электродиализе проводилось при определении кинетических характеристик процесса электромиграции с учётом подвижности ионов и коэффициентов диффузии:

$$D = \frac{l^2}{6\tau_0} \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right), \quad l = \sqrt[3]{\frac{1}{N_a c}}, \quad p_i = \frac{n_i}{n_0} = \exp\left(-\frac{E_a}{kT}\right)$$

где  $l$  – расстояние между фиксированными ионами;  $p_i$  – число частиц с энергией  $E_a$ ;  $n_0$  – общее число частиц;  $k$  – постоянная Больмана,  $T$  – температура,  $N_a$  – число Авагадро,  $c$  – концентрация.

Анализ кинетических характеристик процесса транспорта ионов показывает, что при электродиализе с заполнением межмембранного пространства интенсивность массопереноса возрастает. Эффективность процесса разделения зависит от типа ионита, его заряда и размеров, структурных характеристик, размеров в гидратированном и дегидратированном состоянии [1], температуры среды, природы аниона, связанного с катионом в растворе [2]. Были рассмотрены двухфазные обменные системы с использованием органических и неорганических катионитов. С учетом наложения электрического поля на двухфазную систему рассчитано время диффузии ионов через рабочую камеру электродиализатора, работающего в динамическом режиме подачи раствора.

Нами проводилось определение изменения концентрации ионов с течением времени в зависимости от установленного рабочего режима аппарата. Были определены условия переноса ионов в вертикальном и горизонтальном направлениях, и выбран рабочий диапазон расхода раствора при динамическом режиме работы электродиализатора.

Предварительно оценивалось время движения ионов [3] под действием постоянного электрического поля и необходимый объёмный расход раствора через среднюю камеру:

$$t_u = \frac{d_k}{V_u} = \frac{d_k \cdot F}{\mathcal{Q}_u \cdot E} = \frac{d_k \cdot L_{AK} \cdot F}{\mathcal{Q}_u \cdot U}, \quad Q_p = \omega_k \cdot d_k \cdot V_p \cdot f = \frac{\omega_k \cdot H_k \cdot \mathcal{Q}_u \cdot U \cdot f}{L_{AK} \cdot F},$$

где  $d_k$  – межмембранное расстояние в средней камере;  $V_u$  – скорость движения ионов;  $\mathcal{Q}_u$  – подвижность иона;  $F$  – число Фарадея;  $U$  – прикладываемое напряжение;  $L_{AK}$  – межэлектродное расстояние;  $E$  – напряженность постоянного электрического поля;  $\omega_k$  – ширина средней камеры;  $V_p$  – скорость движения раствора;  $f$  – коэффициент пористости.

В ходе последующего моделирования процесса регенерации ионообменника была рассчитана скорость движения фронта концентрационной волны по средней камере электродиализатора с межмембранным заполнением ионообменным материалом и установлена взаимосвязь скорости движения фронта концентрационной волны с ионообменной ёмкостью ионита, а также определены затраты энергии и условия электропитания электродиализного аппарата.

Применение динамического режима подачи ионообменника в среднюю камеру электродиализатора эффективно с точки зрения осуществления замкнутых непрерывных процессов регенерации ионообменников, результаты работы могут быть использованы на предприятиях для процессов очистки технологических растворов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1) Ярославцев А.Б. Ионный обмен на неорганических сорбентах// Успехи химии.-1997,-Т.66, №7,- С.641-660.
- 2) Измайлов Н.А. Электрохимия растворов. Москва: Химия, 1976. - 488 стр.
- 3) Вергун А.П., Тихонов Г.С., Дорофеева Л.И. Деионизация никельсодержащих растворов гальванического производства. // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т.306, № 2.– С. 38 - 39. - ISBN 60579582.